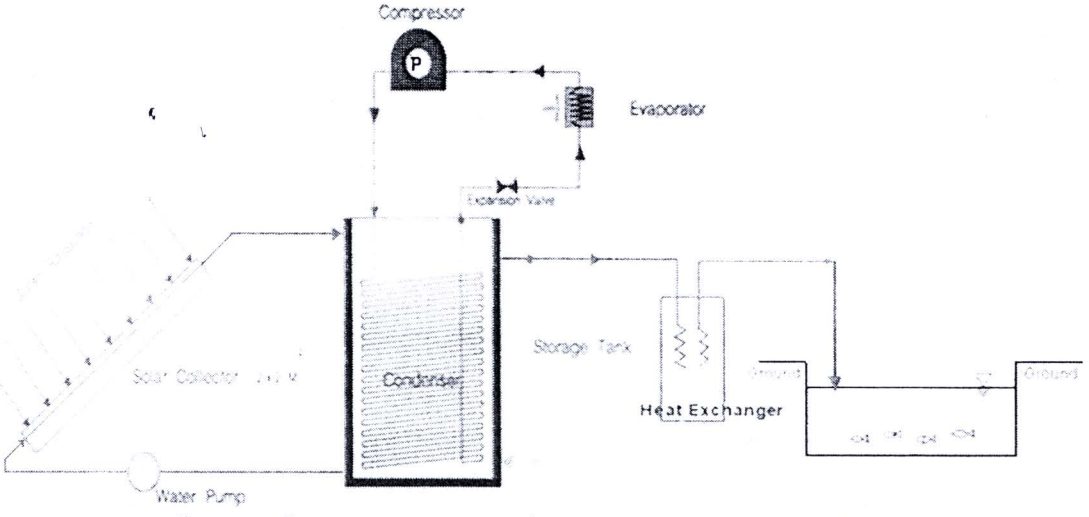
บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองในการใช้ระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมด้วยปั๊มความร้อนอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลา โดยทำการวิจัยที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ ระบบที่ทำการทดสอบในงานวิจัยนี้มีลักษณะในภาพรวมดังรูปที่ 3.1

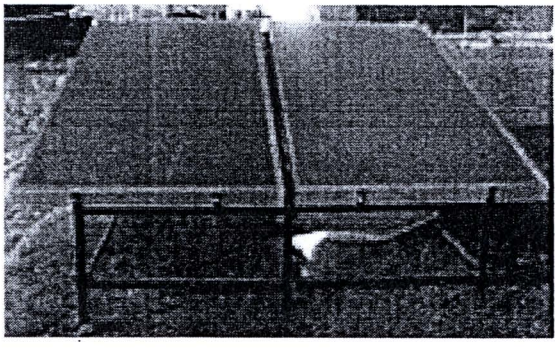


รูปที่ 3.1 การอุ่นน้ำในบ่อเลี้ยงปลาด้วยระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมด้วยปั๊มความร้อน

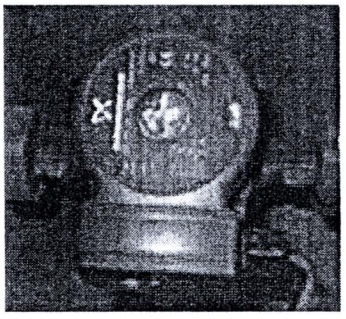
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย

3.1 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

3.1.1 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ขนาด 2 m^2 ต่อขนานกันมีค่า $F_R(\tau\alpha)_e$=0.72 และ F_RU_L=10.52 W/m^2K ทำมุมเอียง 18 องศากับแนวราบ ใช้ปั๊มน้ำขนาด 375 W จากบริษัท VENZ รุ่น V.M. 50 ใช้กระแส 0.2 แอมแปร์ ใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้า 220 โวลต์ ทำหน้าที่ส่งน้ำจากถังเก็บน้ำร้อนหมุนเวียนเข้าสู่ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ดังรูปที่ 3.2 และ 3.3

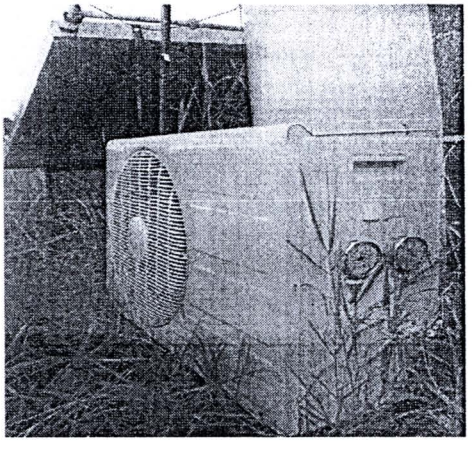


รูปที่ 3.2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบขนาด 2 m^2ต่อขนานกัน



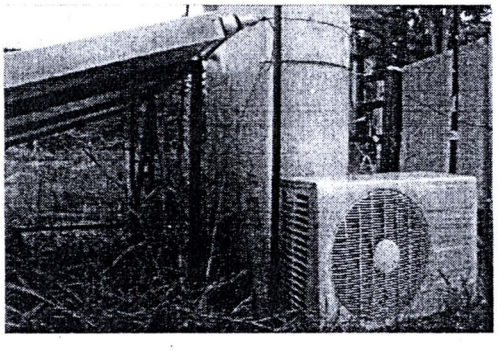
รูปที่3.3 ปั๊มน้ำขนาด 375 W

3.1.2 ระบบปั๊มความร้อนใช้ R-22 เป็นสารทำงานใช้คอมเพลสเซอร์แบบอัดไอขนาด 3.5 kW ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 V ดังรูปที่ 3.4



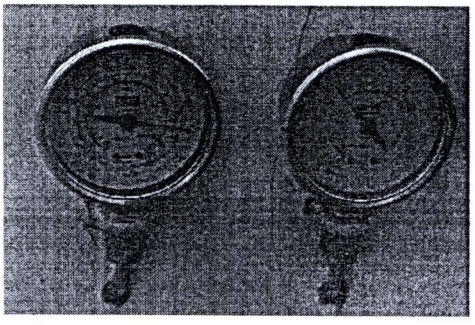
รูปที่3.4 ระบบปั๊มความร้อน

3.1.3 ถังเก็บน้ำร้อนขนาด 0.3 m^3 จะถูกต่อเข้ากับตัวเก็บรังสีอาทิตย์และระบบปั๊มความร้อน ดังรูปที่ 3.5



รูปที่3.5 ถังเก็บน้ำขนาด 0.3 m^3 ต่อกับตัวเก็บรังสีและปั๊มความร้อน

3.1.4 เกจวัดความดันของสารทำงานในระบบปั๊มความร้อน โดยแบ่งเป็นเกจวัดความดันทางด้านความดันต่ำและเกจวัดความดันด้านความดันสูง ดังแสดงในรูปที่ 3.6

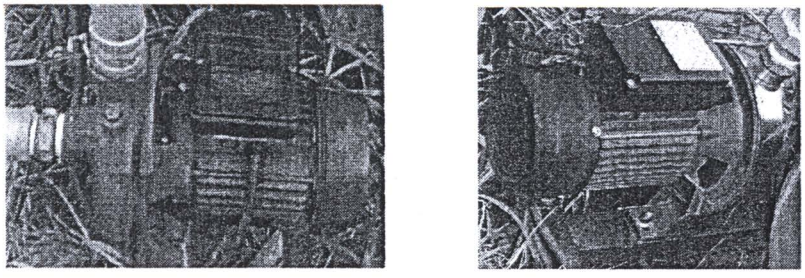


รูปที่ 3.6 เกจวัดความดันของสารทำงานในระบบปั๊มความร้อน

3.1.5 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell & Tube ทำหน้าที่แรกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำกับน้ำในบ่อปลา ดังรูปที่ 3.7

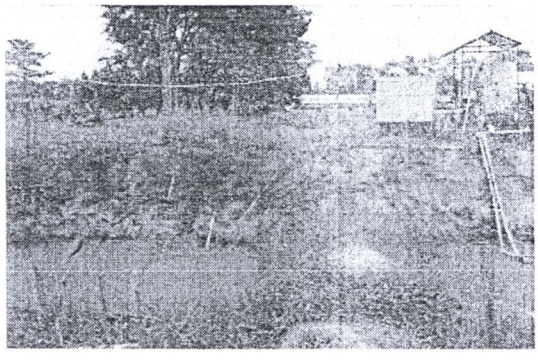
รูปที่ 3.7 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบ Shell & Tube

3.1.6 ปั๊มขนาด 1.49 kW 2 ตัว ตัวแรกใช้ในการดูดน้ำจากบ่อปลาเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนและควบคุมอัตราการไหลให้อยู่ที่ 0.3 kg/s (รูปซ้าย) ตัวที่สองใช้ในควบคุมอัตราการไหลของน้ำจากถังเก็บน้ำเข้าอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนให้อยู่ที่ 1 kg/s (รูปขวา) ดังรูปที่ 3.8 โดยน้ำร้อนจากถังเก็บน้ำจะไหลนอกท่อและน้ำเย็นจากบ่อเลี้ยงปลาจะไหลในท่อของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน



รูปที่3.8 ปั๊มน้ำขนาด 1.49 kW

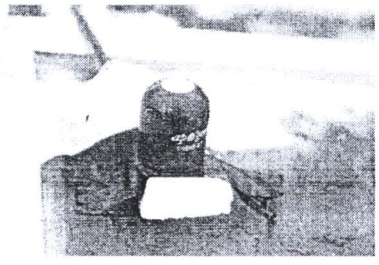
3.1.7 บ่อปลาที่ใช้ในการทดสอบบรรจุน้ำปริมาตร 20 m^3 (5x5x0.8 m^3) โดยจะเตรียมไว้ 2 บ่อ คือบ่อที่ทำการควบคุมอุณหภูมิและบ่อที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 บ่อปลาที่ทำการควบคุมอุณหภูมิ (ขวา) และบ่อที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิ (ซ้าย)

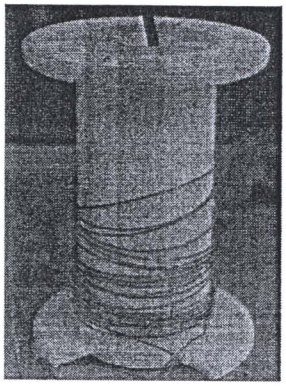
3.1.8 อุปกรณ์วัด

Pyranometer ใช้ในการวัดค่ารังสีอาทิตย์และใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลชนิด K ในการวัดอุณหภูมิ ต่อเข้ากับ Data Logger ขนาด 24 ช่องสัญญาณ (TASK Instruments) เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ใช้ Clamp meter ในการวัดกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ในระบบปั๊มความร้อน ใช้ Flow meter ในการวัดอัตราการไหลของน้ำในตัวเก็บรังสีอาทิตย์ รูปของอุปกรณ์วัดต่างๆแสดงดังรูปที่ 3.10-3.15

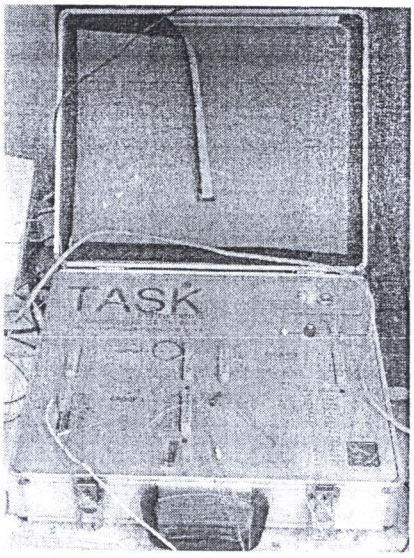


รูปที่ 3.10 Pyranometer

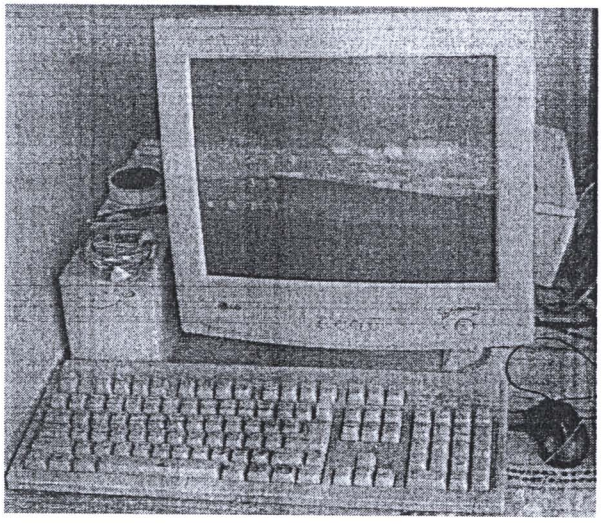
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



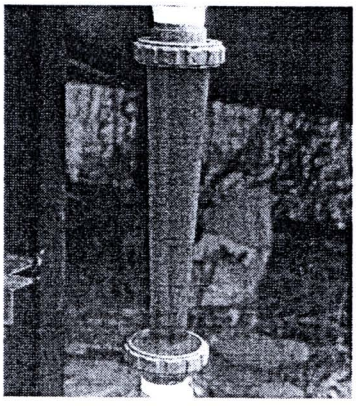
รูปที่ 3.11 Thermo Couple Type K



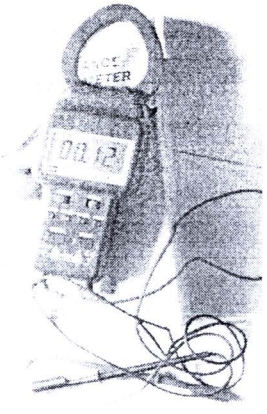
รูปที่ 3.12 Data Logger รุ่น TASK ขนาด 24 ช่องสัญญาณ



รูปที่ 3.13 Computer



รูปที่ 3.14 Flow meter



รูปที่ 3.15 Clamp meter

3.2 วิธีการทำวิจัย

การทำวิจัยนั้นจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

3.2.1 การเตรียมสถานที่และติดตั้งระบบ

สถานที่ทำการทดลองอยู่ที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรณ์ทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ โดยมีการเตรียมบ่อเลี้ยงปลาไว้ 2 บ่อและเติมน้ำบ่อละ 20 m^3 บ่อแรกทำการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อน (บ่อควบคุม) บ่อที่ 2 ไม่มีการติดตั้งระบบทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อน (บ่ออ้างอิง) การติดตั้งอุปกรณ์จะติดตั้งอุปกรณ์ดังนี้

1. ติดตั้งระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนโดยตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่ใช้เป็นชนิดแผ่นเรียบกระจกชั้นเดียวขนาด 2 m^2 จำนวน 2 แผงต่อขนานกันเชื่อมต่อกับถังเก็บน้ำร้อนขนาด 0.3 m^3 และใช้ปั๊มความร้อนขนาด 3.5kW ที่มี R-22 เป็นสารทำงานในการให้ความร้อนเสริม

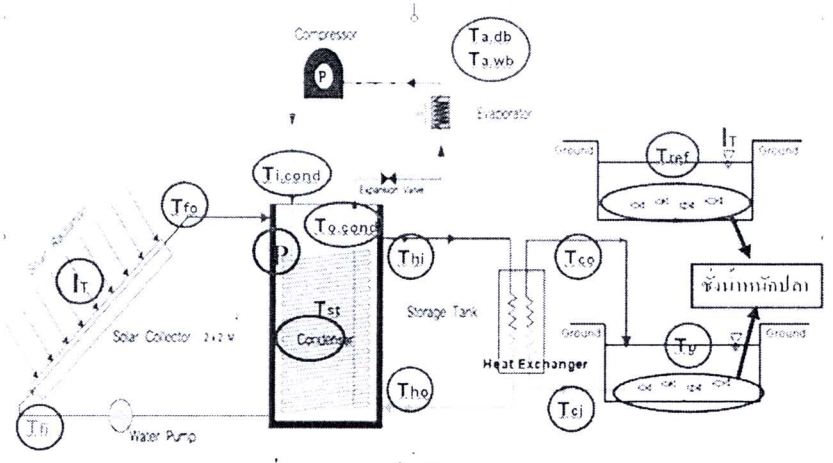
4. ตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนจะติดตั้งระหว่างถังเก็บน้ำร้อนกับบ่อเลี้ยงปลา เพื่อนำมาใช้แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำร้อนในถังเก็บน้ำ กับบ่อเลี้ยงปลา

5. การเตรียมอุปกรณ์เพื่อทำการเก็บข้อมูล คือ ดาตาล็อกเกอร์(Data Loger) สายเทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) เครื่องวัดความเร็วลม แคลมป์มิเตอร์ (Clamp Meter) และคอมพิวเตอร์

เมื่อเตรียมสถานที่และติดตั้งระบบเสร็จแล้วทดลองให้ระบบเริ่มทำงานหลังจากนั้นอีก 1 อาทิตย์ทำการปล่อยลูกปลาดุกลงทั้งสองบ่อ บ่อละ 1,000 ตัว ลูกปลาดุกที่เริ่มปล่อยมีน้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 3.5 g

3.2.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลของระบบจะเก็บข้อมูลในส่วนของบ่อเลี้ยงปลาและส่วนของระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อน เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เป็นตัวแปรต้นในการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป



รูปที่ 3.16 การเก็บข้อมูลของระบบ

<u>การเก็บข้อมูลบ่อปลาจะเก็บข้อมูลดังนี้</u>

-ค่าอุณหภูมิอากาศกระเปาะแห้ง ($T_{a,db}$) และกระเปาะเปียก ($T_{a,wb}$) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำในบ่อปลาที่ทำการควบคุมอุณหภูมิ (T_p) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำในบ่อที่ไม่ได้ทำการควบคุมอุณหภูมิ (T_{ref}) ทุกชั่วโมง

-ค่าเก็บค่ารังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวบ่อปลา (I) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำเข้าบ่อปลา (T_{co}) และออกบ่อปลา (T_{ci} หรือ T_p) ทุกชั่วโมง

-การชั่งน้ำหนักปลาจะใช้ตราชั่ง โดยทำการชั่งน้ำหนักปลาทั้ง 2 บ่อ ทุก 30 วัน

<u>การเก็บข้อมูลระบบทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์เสริมปั๊มความร้อนจะเก็บข้อมูลดังนี้</u>

-ค่ารังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (I_T) ซึ่งคำนวณจากค่า I ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำในถังเก็บน้ำ (T_{st}) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำเข้าถังเก็บน้ำ (T_{ho}) และออกจากถังเก็บน้ำ (T_{hi} หรือ T_{st}) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิน้ำเข้าตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (T_{fi}) และออกจากตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (T_{fo}) ทุกชั่วโมง

-ค่าอุณหภูมิและความดัน (P) ของสารทำงาน R-22 เข้าคอนเดนเซอร์ ($T_{i,cond}$) และออกจากคอนเดนเซอร์($T_{o,cond}$) ทุกชั่วโมง

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บข้อมูลได้แล้วจะนำผลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ดังนี้

-ทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ทำการควบคุมอุณหภูมิและบ่อที่ไม่ทำการควบคุมอุณหภูมิพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูล

-ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักปลาในบ่อที่ทำการควบคุมอุณหภูมิและบ่อที่ไม่ทำการควบคุมอุณหภูมิพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูล

-ทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบมาเป็นตัวแปรต้นที่ใช้ป้อนเพื่อคำนวณในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นนำผลอุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาที่ได้จากการทดสอบมาเทียบกับค่าอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ถ้าผลการทดสอบและผลจากแบบจำลองทางคณิตสาสตร์มีผลใกล้เคียงกันจะนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาพัฒนาเพื่อหาขนาดตัวเก็บรังสีอาทิตย์ที่เหมาะสมกับระบบ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์